

PAT-NO: JP02001101612A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001101612 A

TITLE: MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDER

PUBN-DATE: April 13, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TATEYAMA, KOICHI	N/A
YODA, HIROAKI	N/A
OHINATA, YUSUKE	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOSHIBA CORP	N/A

APPL-NO: JP11278491

APPL-DATE: September 30, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/127, G11B005/187, G11B005/31

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a novel magnetic head and a magnetic recorder capable of realizing the enhancement of high resolution, narrow track and high efficiency at the time of recording operation in the magnetic head for the perpendicular magnetic recording.

SOLUTION: By steepening the distribution of magnetic field intensity at the trailing side, which is discharged from the magnetic head, the transit area of the recording bit is reduced and the recording resolution is improved. To put it concretely, when an auxiliary magnetic pole, a main magnetic pole and a magnetic yoke are arranged in this sequence from the reading side, the bit size in the longitudinal direction of recording track is reduced, and the recording density is increased.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-101612

(P2001-101612A)

(43)公開日 平成13年4月13日(2001.4.13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 1 1 B	5/127	G 1 1 B 5/127	B 5 D 0 3 3
	5/187	5/187	M 5 D 0 9 3
	5/31	5/31	B 5 D 1 1 1
			A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平11-278491

(22)出願日 平成11年9月30日(1999.9.30)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 館 山 公 一

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

(72)発明者 興 田 博 明

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

(74)代理人 100064285

弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

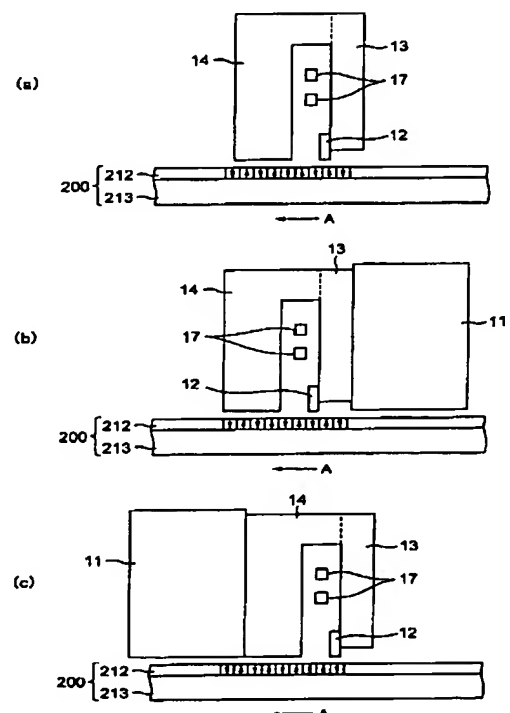
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ヘッド及び磁気記録装置

(57)【要約】

【課題】 垂直磁気記録用の磁気ヘッドにおいて、記録時における高分解能化、狭トラック化、高効率化を実現することができる新規な磁気ヘッド及び磁気記録装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 磁気ヘッドから放出される磁界強度の分布をトレーリング側において急峻にすると、記録ビットの遷移領域を縮小させ、記録分解能を向上させることができる。具体的には、リーディング側から、補助磁極、主磁極、磁気ヨークの順に配置すると記録トラック長手方向のビットサイズを縮小させ、記録密度を上げることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】垂直磁気記録媒体に磁化情報を記録する磁気ヘッドであって、

前記垂直磁気記録媒体に前記磁化情報を書き込む主磁極を備え、

前記磁化情報を書き込む記録磁界の前記垂直磁気記録媒体面における強度分布が、前記垂直磁気記録媒体との相対的な移動方向におけるリーディング側よりもトレーリング側において急峻にされたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】前記主磁極と磁氣的に結合された磁気ヨークと、

前記主磁極と前記磁気ヨークとにより形成される磁気回路と差交する記録コイルと、

をさらに備え、

前記主磁極は、前記垂直磁気記録媒体との前記相対的な移動方向において前記磁気ヨークよりもリーディング側に設けられたことを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項3】前記垂直磁気記録媒体からみて前記主磁極よりも後退して設けられ前記主磁極と磁氣的に結合する補助磁極をさらに備え、

前記補助磁極は、前記垂直磁気記録媒体との前記相対的な移動方向において前記主磁極よりもリーディング側に設けられたことを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項4】前記相対的な移動方向に対して垂直な方向における前記主磁極の幅は、前記補助磁極との結合部におけるよりも前記垂直磁気記録媒体に接近した先端部において狭くされたことを特徴とする請求項3記載の磁気ヘッド。

【請求項5】前記主磁極は、互いに異なる材料により形成された少なくとも2層の薄膜を積層した積層膜により構成されたことを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載の磁気ヘッド。

【請求項6】前記相対的な移動方向において前記磁気ヨークよりもトレーリング側に設けられた磁界検出素子と、

前記相対的な移動方向において前記磁界検出素子よりもトレーリング側に設けられた磁気シールドと、

をさらに備え、

前記磁界検出素子により、前記垂直磁気記録媒体に記録された前記磁化情報を検出可能とした請求項2～5のいずれか1つに記載の磁気ヘッド。

【請求項7】請求項1～6のいずれかに記載の磁気ヘッドを備え、垂直磁気記録媒体に対して磁化情報を記録することを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は主に垂直磁気記録に

用いられる薄膜磁気ヘッド及び読み取り用の磁気抵抗効果素子と積層して構成された複合型薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】ハードディスク・ドライブなどの磁気記録再生装置は、高密度化が急速に進み、面記録密度が10Gbps i (ギガビット/(インチ)²)以上のシステムが実用化されつつある。しかし、従来の面内記録方式(長手記録方式)を用いてこの記録密度を達成しようとすると、磁氣的に記録したデータが熱の影響で消えてしまう、いわゆる熱擾乱問題が顕在化する可能性が高い。この点で、垂直記録方式が有利であると考えられる。

【0003】媒体の熱擾乱に対する耐性は、単位体積あたりの磁化エネルギーKuと粒子の体積Vとの積に比例する。面内記録方式において線記録密度を上げるためには、磁化した媒体の反磁界を下げるために媒体の膜厚を薄くする必要がある。すると体積Vが小さくなり、熱擾乱耐性が低下する。これを避けるためにKuを上げていくのだが、すると抗磁力が大きくなり記録が困難となる。

【0004】一方、垂直記録方式の場合は、磁化方向が媒体の膜厚方向であるため、媒体の膜厚を薄くする必要がなく、比較的小さいKuでも熱擾乱耐性が良好であり、より高密度化を達成しやすい。

【0005】図13は、従来の垂直記録用の磁気ヘッドの断面構造を表す概念図である。すなわち、同図は、記録用磁気ヘッド100が媒体200上に配置された状態を表す。

【0006】垂直磁気記録方式においては、媒体200として、垂直記録層212と軟磁性層213とを積層した2層構造の媒体が用いられる。

【0007】記録用磁気ヘッド100は、基板(スライダ)101の上に、磁気ヨーク104と補助磁極103とが積層された構成を有する。さらに、補助磁極103の先端には主磁極102が突出して設けられている。主磁極102、補助磁極103、磁気ヨーク104および軟磁性膜213によってリング状の磁気回路が形成され、この磁気回路と差交するように、記録コイル107が設けられている。

【0008】記録に際しては、磁気ヘッド100と媒体200とは相対的に移動する。図13においては、その方向を矢印Aにより表した。そして、記録コイル107により発生された磁気は、磁気回路に沿って主磁極102の先端において集中され、垂直記録層212に所定の磁化情報を書き込む。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】垂直磁気記録方式は高記録密度における使用が期待される方式であり、これに対応するために、磁気ヘッドに対しては、高分解能化、

狭トラック化、高効率化などの特性が要求されている。しかし、これまで垂直磁気記録に使用する単磁極型ヘッドにおいて高分解能化を達成するためのヘッド構造は見いだされていない。

【0010】本発明者は、図13に例示したような従来の磁気ヘッドについて独自の検討を行った結果、媒体200に磁化情報を書き込む主磁極102と磁気ヨーク104との位置関係が極めて重要であり、従来の磁気ヘッドは、この点で大きな問題を有することを知得するに至った。

【0011】本発明は、かかる課題の認識に基づいてなされたものである。すなわち、その目的は、垂直磁気記録用の磁気ヘッドにおいて、記録時における高分解能化、狭トラック化、高効率化を実現することができる新規な磁気ヘッド及び磁気記録装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者は、独自の検討の結果、記録トラック長手方向の記録分解能を上げるためには、磁気ヘッドから放出される磁界強度の分布をトレーリング側において急峻にすることが重要であることを知得した。つまり、トレーリング側の磁界傾度を急峻にすると、記録ビットの遷移領域を縮小させ、記録分解能を向上させることができる。

【0013】すなわち、本発明の磁気ヘッドは、垂直磁気記録媒体に磁化情報を記録する磁気ヘッドであって、前記垂直磁気記録媒体に前記磁化情報を書き込む主磁極を備え、前記磁化情報を書き込むために放出される記録磁界の前記垂直磁気記録媒体面における強度分布が、前記垂直磁気記録媒体との相対的な移動方向におけるリーディング側よりもトレーリング側において急峻にされたことを特徴とする。

【0014】そして、このような磁気分布を実現する磁気ヘッドの具体的な構成としては、前記主磁極と磁氣的に結合された磁気ヨークと、前記主磁極と前記磁気ヨークとにより形成される磁気回路と差交する記録コイルと、をさらに備え、前記主磁極は、前記垂直磁気記録媒体との前記相対的な移動方向において前記磁気ヨークよりもリーディング側に設けたものを挙げることができる。

【0015】主磁極が磁気ヨークよりもリーディング側に位置することで、主磁極の磁気ヨーク側のエッジでの磁界傾度が大きくなり、記録ビットの転移を決めるトレーリングエッジでの磁界傾度を大して、記録における高分解能化を実現することができる。

【0016】また、他の具体的な構成として、前記垂直記録媒体からみて前記主磁極よりも後退して設けられ前記主磁極と磁氣的に結合する補助磁極をさらに備え、前記補助磁極は、前記垂直磁気記録媒体との前記相対的な移動方向において前記主磁極よりもリーディング側に設

けたものを挙げることができる。

【0017】補助磁極を主磁極よりもリーディング側に配置することにより、主磁極のトレーリング側のエッジでの磁界傾度を大きくすることができる。従って、記録ビットの転移を決めるトレーリングエッジでの磁界傾度を大きくして記録における高分解能化を実現することができる。

【0018】さらに、前記相対的な移動方向に対して垂直な方向における前記主磁極の幅は、前記補助磁極との結合部におけるよりも前記垂直磁気記録媒体に接近した先端部において狭くすると、記録トラックの幅方向を縮小した場合においても先端部に磁束を収束させることができるため、記録磁界密度を下げずにトラック密度を上げることができる。

【0019】また、前記主磁極は、互いに異なる材料により形成された少なくとも2層の薄膜を積層した積層膜により構成されたものとすれば、記録磁界強度及び磁界傾度を大きくすることができる。

【0020】具体的には、リーディング側の下地層に軟磁気特性の高い材料を用い、トレーリング側の上地層に高飽和磁化の材料を用いることで、高飽和磁化を持つ上地層の軟磁気特性を改善させることができ、同時に、主磁極のトレーリング側に相当する部分に高飽和磁化の層を配置できるために、記録磁界強度及び磁界傾度を大きくすることができる。

【0021】また、主磁極を構成する積層膜として、パーマロイのような磁性材料の層と、 SiO_x のような絶縁性の層とを用いる場合には、磁性材料の層と絶縁性の層とを交互に複数周期積層させた多層構造とすることにより、補助磁極などとの磁氣的なカップリングを確保しつつ電気抵抗を高くすることができ、高周波での渦電流利損失の影響を減らすことができる。

【0022】一方、前記相対的な移動方向において前記磁気ヨークよりもトレーリング側に設けられた磁界検出素子と、前記相対的な移動方向において前記磁界検出素子よりもトレーリング側に設けられた磁気シールドと、をさらに備え、前記磁界検出素子により、前記垂直磁気記録媒体に記録された前記磁化情報を検出可能とすれば、記録再生一体型の複合磁気ヘッドを実現することができる。

【0023】また、本発明の磁気記録装置は、前述した本発明のいずれかの磁気ヘッドを備え、垂直磁気記録媒体に対して磁化情報を記録することを特徴とし、従来よりも高記録密度で安定した磁気記録及び再生が可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

【0025】図1は、本発明による磁気ヘッドの構成を表す説明図である。すなわち、同図(a)は、ヘッドの

構成を概念的に表す説明図であり、同図(b)及び(c)は、その具体例を表す説明図である。

【0026】まず、同図(a)に表した概念図は、「薄膜単磁極型」の磁気ヘッド10が媒体200上に配置された状態を表す。

【0027】媒体200は、垂直記録層212と軟磁性層213とを積層した2層構造を有する。そして、本発明の磁気ヘッド10は、補助磁極13と磁気ヨーク14とが磁氣的に結合され、さらに、補助磁極13の先端に主磁極12が突出して設けられている。すなわち、主磁極12、補助磁極13、磁気ヨーク14及び軟磁性層213からなる磁気回路が形成され、この磁気回路と差交するように記録コイル17が設けられている。そして、記録コイル17により発生された磁気は、磁気回路に沿って主磁極12の先端において集中され、垂直記録層212に所定の磁化情報を書き込む。

【0028】記録に際しては、磁気ヘッド10と媒体200とは相対的に移動する。同図においては、媒体の相対的な移動方向を、矢印Aにより表した。本発明の磁気ヘッドのひとつの特徴は、媒体に磁化情報を書き込む主磁極12が、移動方向に対してリーディング側(移動方向に対して前方側)に設けられ、磁気ヨーク14が移動方向に対してトレーリング側(移動方向に対して後方側)に設けられている点にある。この理由については、後に詳述する。

【0029】図1(b)は、本発明の磁気ヘッドの第1の具体例を表す概念図である。すなわち、図1(a)に表した磁気ヘッド10の各構成要素は、基板11の上に設けられている。但し、本具体例においては、基板11は、リーディング側に設けられている。

【0030】一方、図1(c)に表した第2の具体例においては、基板11は、トレーリング側に設けられている。但し、この場合においても、主磁極12は、磁気ヨーク14と比較して進行方向前方すなわちリーディング側に設けられている。

【0031】本発明者は、垂直磁気記録方式においてトラックの長手方向すなわち線記録方向の記録分解能が決定されるメカニズムを独自に検討した結果、図1に例示した新規な構成を発明するに至った。ここでは、まず、垂直磁気記録方式において記録分解能が決定されるメカニズムについて説明する。

【0032】図2は、垂直記録に用いる主磁極の発生磁界分布を簡略化して表した概念図である。すなわち、媒体の垂直記録層212の上に主磁極12が設けられている。

【0033】主磁極12から矢印Mで表したように磁界が印加され、記録周波数での媒体保持力 $H < 0$ を越えた部分において垂直記録層212の磁化が反転され矢印Sで表したように磁化情報が記録される。

【0034】ここで、図1に例示したような補助磁極1

3や磁気ヨーク14による影響を考慮せずに、主磁極12のみを想定した場合には、主磁極12により発生される磁界のうちで、垂直記録層212の位置における垂直方向成分の磁界強度分布を簡略化し図示すると図2の下方のグラフ図が得られる。すなわち、主磁極12は、その中心軸に対して略左右対称の強度分布を有する磁界を発生する。

【0035】しかしながら、この強度分布は、主磁極12が「単磁極ヘッド」であると近似した場合のものである。すなわち、実際の磁気ヘッドの場合には、主磁極12の周囲に、補助磁極や磁気ヨークなどが設けられる。従って、これらの各要素の形状や位置関係に応じて、磁界強度分布は変化する。

【0036】一方、図2に例示した磁界強度分布は、主磁極12に対して固定されたものを表したに過ぎない。つまり、実際の記録動作中は記録媒体が回転し、ヘッド12と垂直記録層212とは相対運動を行う。

【0037】図3は、実際の記録動作を概念的に表した説明図である。まず、同図(a)に表したように、時刻 $t=0$ において下向きの磁界による記録を開始する。そして同図(b)に表したように、時刻 $t=t_1$ まで記録した後、同図(c)に表したように、時刻 $t=t_2$ において磁界を反転し、上向きの記録を行う場合を想定する。

【0038】このとき記録層12に形成される「記録ビット」の転移は、いずれも主磁極12のトレーリング側(進行方向に対して後方側)のエッジにおいて磁界強度 $H=H<0$ (媒体保磁力)となる位置で決まることがわかる。この $H=H<0$ 近傍の磁界が加わった領域は磁化転移における「遷移領域」となり、この「遷移領域」幅が広がると分解能は低下する。つまり、 $H=H<0$ 近傍での磁界傾度(磁界の変化率)が大きいほど記録分解能を上げられることになる。したがって、主磁極12のトレーリング側の磁界傾度を大きくすることが、記録分解能を向上するための条件となる。

【0039】次に、補助磁極や磁気ヨークによる影響を考慮した場合に磁気ヘッドから発生される磁界について説明する。

【0040】図4は、本発明による磁気ヘッドの発生磁界のうちで、記録層の位置における垂直方向成分の分布を電磁界解析によって計算した結果を表す概念図である。強度分布のグラフ図を見ると、発生磁界のピークをほぼ主磁極12の中心付近にあるが、その分布は非対称である。例えば、 $H=H<0$ 近傍での磁界傾度に注目すると、磁気ヨーク14側(グラフ中に符号Aで示した部分)の傾きの方が、基板11側(グラフ中に符号Bで示した部分)の傾きよりも大きく急峻になることがわかる。基板11側において磁界傾度が緩やかになる理由は、主磁極12の基板11側には、同方向の磁界成分を発生する補助磁極13が配置されているからである。ま

た、磁気ヨーク14側において磁界傾度が急峻になる理由は、磁気ヨーク14から反対方向の磁界成分が放出され、主磁極12の磁界がこれにひきずられるからである。

【0041】本発明の磁気ヘッドの大きな特徴のひとつは、この急峻な磁界傾度をトレーリング側に配置することによって、記録密度を向上させる点にある。つまり、本発明の磁気ヘッドは、発生する磁界強度分布が、垂直記録媒体との相対的な移動方向におけるリーディング側よりもトレーリング側において急峻であるような構成を有する。

【0042】このような磁界強度分布を実現する具体例のひとつが、図1及び図4に例示した構成である。すなわち、同図に例示した磁気ヘッドにおいては、主磁極12がリーディング側で、磁気ヨーク14側がトレーリング側に配置されている。このようにすれば、主磁極12により発生する磁界強度のトレーリング側の磁界傾度を大きくすることができ、高記録分解能化を実現することができる。

【0043】さらに、主磁極12と補助磁極13との位置関係に注目すると、補助磁極13は、主磁極12よりもリーディング側に配置することが望ましい。これは、前述したように、補助磁極13は主磁極12と同方向の磁界成分を発生するために主磁極12の磁界傾度を緩やかにする傾向があるからである。

【0044】本発明によれば、従来と比較して記録トラック長手方向の線記録密度を大幅に上げることが可能である。

【0045】次に、本発明による磁気ヘッドの作製方法について説明する。

【0046】図5は、本発明の薄膜単磁極型磁気ヘッドの製造手順を表す概略工程断面図である。

【0047】まず、同図(a)に表したように、基板11の上に補助磁極13となる薄膜層を形成する。さらに、媒体対向面Sとなる位置よりも後退(リセス)するようにイオンミリング等によってパターンニングして補助磁極13を形成する。そして、エッチングした部分にSiO_x、AlO_x等の絶縁層15を成膜し、上面が補助磁極13と同一レベルになるように平坦化を行う。次に、主磁極12となる薄膜層を堆積しパターンニングすることにより、媒体対向面Sまで突出した主磁極12を形成する。

【0048】次に、図5(b)に表したように、絶縁層16を成膜し、その上に記録コイル17を形成する。

【0049】次に、図5(c)に表したように、SiO_x等の絶縁層18を成膜、平坦化する。そして、補助磁極13に至る開口Hを設けた後に、磁気ヨーク14を形成する。ここで、コイル17と磁気ヨーク14とを絶縁する絶縁層18の材料としては、絶縁性のレジスト等の有機物を用いることも可能である。

【0050】以上説明したような工程によれば、基板11側に主磁極12が設けられ、それに対向して磁気ヨーク14が設けられた構造を形成することができる。さらに、主磁極12を媒体対向面Sまで突出させ、補助磁極13と磁気ヨーク14は媒体対向面Sから後退(リセス)するようにパターンニングすることができる。磁気ヨーク14を後退させることにより、磁気ヨーク14から発生する主磁極12と反対向きの磁界を弱め、記録状態の乱れを防ぐことができる。

【0051】以上説明したように、主磁極12とその他の構成要素との配置関係をヘッドの移動方向に対して独特の関係とすることにより、記録トラック方向の線記録密度を改善することができる。

【0052】(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態として、主磁極12の平面形状を改良することにより、記録トラック密度をさらに向上させることができる記録ヘッドについて説明する。

【0053】図6は、本実施形態にかかる磁気ヘッドの主磁極12を例示する概略斜視図である。同図(a)、(b)においては、下方が媒体対向面に対応する。主磁極12A、12Bのいずれにおいても、先端部すなわち媒体対向面側の幅w1に対して、反対側の幅w2が広い形状を与えられている。このような形状の主磁極12A、12Bは、図5(a)に表した工程において、主磁極のパターンニングを行う際のマスク形状を変更するだけで、同様に作製することができる。媒体対向面側の幅w1は、媒体に記録するトラック幅を決めるため、狭トラック時にはこれを広くすることが出来ないが、記録磁界強度および磁界傾度を上げるためには主磁極12の先端部を十分飽和させる必要がある。したがって、幅w2のように後方に広い幅の部分設けることによって、後方で飽和させることなく磁束を先端まで持ってくる事が可能となる。

【0054】図7は、本実施形態にかかる磁気ヘッドの主磁極12と補助磁極13との配置関係を表す概略斜視図である。すなわち、同図は、図6(a)(b)に表した主磁極12をそれぞれ補助磁極13に接合した状態を表す。主磁極12が幅w2の幅広の部分で補助磁極13と接合されるため、この接合部近傍での磁束の集中に対して、磁気飽和を避けることができ、主磁極12の先端により多くの磁束を供給することができる。

【0055】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3の実施の形態として、主磁極12の断面構造を改良することにより、線記録密度をさらに向上させることができる記録ヘッドについて説明する。

【0056】図8は、本実施形態にかかる磁気ヘッドの主磁極部を表す概念斜視図である。すなわち、補助磁極13の上に主磁極12Cが設けられている。そして、主磁極12Cは、軟磁気特性の高い材料からなる下地層21と飽和磁化の高い材料からなる上地層22との積層構

造を有する。下地層21の材料としては、例えばC o F e R E (コバルトと鉄と希土類元素との合金)を用いることができる。また、上地層22の材料としては、例えばパーマロイを用いることができる。

【0057】このように下地層21に軟磁気特性の高い材料を用い、上地層22に高飽和磁化の材料を用いることで、高飽和磁化を持つ上地層22の軟磁気特性を改善させることができる。同時に、主磁極12のトレーリング側に相当する部分に高飽和磁化の層22を配置できるために、記録磁界強度及び磁界傾度を大きくすることが

10 できる。
【0058】一方、主磁極を構成する積層膜として、S i O xのような絶縁性の層と、パーマロイのような磁性材料の層とを組み合わせることも可能である。この場合には例えば、絶縁性の層と磁性材料の層とを交互に積層した多層膜とすることにより、補助磁極との磁気的なカップリングを確保しつつ電気抵抗を大きくすることができる。電気抵抗を大きくすることにより、高周波での渦電流利損失の影響を減らすことができる。このような積層構造は、例えば、各薄膜層の層厚を数ナノメートル程度とし、数層乃至数10層程度を交互に積層させることにより形成できる。

【0059】なお、図8においては、主磁極12の平面形状が略長方形の場合を例示したが、本発明は、これに限定されず、例えば、本発明の第2実施形態として図6乃至図7に例示したように、先端において幅が狭くなるような形状を与えても良いことはいうまでもない。

【0060】(第4の実施の形態)次に、本発明の第4の実施の形態として、本発明の記録用磁気ヘッドを再生用磁気ヘッドと組み合わせた具体例について説明する。

【0061】図9は、本実施形態にかかる複合磁気ヘッドの断面構造を表す概念図である。同図については、図1〜図8に関して前述したものと同一の部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0062】本実施形態の複合磁気ヘッド30は、第1実施形態に関して前述した記録用磁気ヘッドに対応する記録部30Aと、媒体に記録された磁化情報を読み出す再生部30Bとを有する。記録部30Aと再生部30Bは、磁気ヨーク14を共有している。そして、再生部30Bにおいては、磁気ヨーク14から所定の磁気ギャップ31を介して磁界検出素子32が設けられ、さらにこれに並列して磁気シールド34が設けられている。磁界検出素子32は、垂直記録層212に保持されている磁化情報を検出し、電気信号などに変換して出力する。その具体例としては、例えば、GMR (giant magnetoresistive) 素子やTMR (tunneling magnetoresistive) 素子などの磁気抵抗効果素子を用いると高感度の再生を実現することができる。磁気シールド34は、図示しない媒体の再生すべき記録ビットの周囲からの漏洩磁界を吸収することにより、再生分解能を上げる作用を有す

る。

【0063】本実施形態においては、磁気ヨーク14も再生部30Bの磁気シールドとして作用する。つまり、磁界検出素子32は、磁気ヨーク14と磁気シールド34とによって、トラック方向の両側がシールドされ、トラック長手方向の再生分解能を高くすることができる。

【0064】図9に例示したような複合磁気ヘッドを形成するには、図5(a)〜(c)に関して前述した形成工程に引き続いて、磁気ヨーク14の上に磁気ギャップ31を介して磁界検出素子32及び磁気シールド34を形成すれば良い。

【0065】本実施形態の構成によると、記録部30Aの上部が幅広い磁気ヨーク14となり、これを再生部30Bの下部シールドと兼ねることができ、構成が簡略化するとともに製造も容易となる。また、再生部30Bを後から作製するため、主磁極12のために高い熱処理温度が必要な材料を用いても、磁界検出素子32などの再生部30Bの各要素に影響を与えることがなく、材料選択の幅を広げることが可能となる。

20 【0066】(第5の実施の形態)次に、本発明の第5の実施の形態として、本発明の磁気記録装置について説明する。第1乃至第4実施形態に関して説明した本発明の磁気ヘッドは、例えば、記録再生一体型の磁気ヘッドアセンブリに組み込まれ、磁気記録装置に搭載することができる。

【0067】図10は、このような磁気記録装置の概略構成を例示する要部斜視図である。すなわち、本発明の磁気記録再生装置150は、ロータリーアクチュエータを用いた形式の装置である。同図において、垂直記録用磁気ディスク200は、スピンドル152に装着され、図示しない駆動装置制御部からの制御信号に応答する図示しないモータにより矢印Aの方向に回転する。磁気ディスク200に格納する情報の記録再生を行うヘッドスライダ153は、薄膜状のサスペンション154の先端に取り付けられている。ここで、ヘッドスライダ153は、例えば、前述したいずれかの実施の形態にかかる磁気ヘッドをその先端付近に搭載している。

【0068】磁気ディスク200が回転すると、ヘッドスライダ153の媒体対向面(ABS)は磁気ディスク200の表面から所定の浮上量をもって保持される。

【0069】サスペンション154は、図示しない駆動コイルを保持するボビン部などを有するアクチュエータアーム155の一端に接続されている。アクチュエータアーム155の他端には、リニアモータの一種であるボイスコイルモータ156が設けられている。ボイスコイルモータ156は、アクチュエータアーム155のボビン部に巻き上げられた図示しない駆動コイルと、このコイルを挟み込むように対向して配置された永久磁石および対向ヨークからなる磁気回路とから構成される。

50 【0070】アクチュエータアーム155は、固定軸1

57の上下2箇所に設けられた図示しないボールベアリングによって保持され、ボイスコイルモータ156により回転摺動が自在にできるようになっている。

【0071】図11は、アクチュエータアーム155から先の磁気ヘッドアセンブリをディスク側から眺めた拡大斜視図である。すなわち、磁気ヘッドアセンブリ160は、例えば駆動コイルを保持するボビン部などを有するアクチュエータアーム151を有し、アクチュエータアーム155の一端にはサスペンション154が接続されている。

【0072】サスペンション154の先端には、上述した実施形態の記録用または再生用磁気ヘッドを具備するヘッドスライダ153が取り付けられている。サスペンション154は信号の書き込みおよび読み取り用のリード線164を有し、このリード線164とヘッドスライダ153に組み込まれた磁気ヘッドの各電極とが電気的に接続されている。図中165は磁気ヘッドアセンブリ160の電極パッドである。

【0073】ここで、ヘッドスライダ153の媒体対向面(ABS)と磁気ディスク200の表面との間には、

【0074】図12(a)は、浮上量が所定の正の値の場合のヘッドスライダ153と磁気ディスク200との関係を表す概念図である。同図に例示したように、通常、多くの磁気記録装置においては、磁気ヘッド10を搭載したスライダ153は、磁気ディスク200の表面から所定の距離だけ浮上した状態で動作する。本発明においては、このような「浮上走行型」の磁気記録装置においても、従来よりも高感度で低ノイズの記録・読み取りを行うことができる。すなわち、第1及び第3実施形態にかかる磁気ヘッドを採用することにより、主磁極を磁気ヨークと比較してリーディング側に配置し、線記録密度を向上させることができる。また、第2実施形態にかかる磁気ヘッドの特徴も採用すれば、トラック幅を縮小し、トラック密度も向上させることができる。

【0075】その結果として、高密度、高感度且つ低ノイズで磁気ディスク200に信号を記録し、且つ信号磁束を再生することもできる。つまり、高密度化と高出力と高感度化が実現し、熱攪乱を抑制しつつ記録密度を高くすることができる。

【0076】一方、記録密度がさらに上がると、浮上高を低下させて、より磁気ディスク200に近いところを滑空させて情報を読み取る必要が生ずる。例えば、1インチ平方あたり30G(ギガ)ビット程度の記録密度を得るためには、もはや、浮上にしていることによるスペーシングロスが大きくなり過ぎ、極低浮上によるヘッド10と磁気ディスク200とのクラッシュの問題も無視できなくなる。

【0077】そのため、磁気ヘッド10と磁気ディスク200とを逆に積極的に接触させて、走行させる方式も

考えられる。

【0078】図12(b)は、このような「接触走行型」のヘッドスライダ153と磁気ディスク200との関係を表す概念図である。本発明の磁気ヘッドにおいても、媒体との接触面にDLC(Diamond-Like-Carbon)潤滑膜などを設けることにより「接触走行型」のスライダに搭載することが可能である。従って、図12(b)に例示したような「接触走行型」の磁気記録再生装置においても、主磁極を磁気ヨークと比較してリーディング側に配置することにより、従来よりもさらに高密度の記録再生を安定して行うことができるようになる。

【0079】以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、磁気ヘッドを構成する各要素の材料や形状などに関しては、当業者が選択しうる範囲のすべてを同様に用いて同様の効果を奏し得る。

【0080】また、磁気記録再生装置に関しても、記録のみまたは再生のみを実施するものであっても良く、また、媒体は、ハードディスクには限定されず、その他、フレキシブルディスクや磁気カードなどのあらゆる磁気記録媒体を用いることが可能である。さらに、磁気記録媒体を装置から取り外し可能とした、いわゆる「リムーバブル」の形式の装置であっても良い。

【0081】

【発明の効果】本発明は以上説明した形態で実施され以下に説明する効果を奏する。

【0082】まず、本発明によれば、磁化情報を書き込むために放出される磁界の強度分布をリーディング側よりもトレーリング側において急峻にすることにより、記録ビットの遷移領域を縮小させ記録分解能を向上させることができる。その結果として、熱攪乱の問題を抑制しつつ、高記録密度化を図ることができる。

【0083】さらに、本発明によれば、主磁極と磁気ヨークとの位置関係または、主磁極と補助磁極との位置関係を特定のものとすることにより、上述したような磁界強度分布を簡単に実現し、記録密度を向上させることができる。

【0084】また、本発明によれば、主磁極の幅を先端部において狭くすることにより、記録トラックの幅方向を縮小し、トラック密度を上げることができる。

【0085】さらに、本発明によれば、主磁極を積層膜により構成することにより、記録磁界強度及び磁界傾度を大きくすることができ、高飽和磁化を持つ上地層の軟磁気特性を改善させ、高周波での渦電流損失の影響を減らすこともできる。

【0086】さらに、本発明によれば、磁界検出素子と磁気シールドを付加するだけで、記録再生一体型の複合磁気ヘッドを実現することができる。

【0087】以上説明したように、本発明によれば、記

録トラック長手方向の記録分解能を上げるとともに記録トラック幅方向の密度も向上させることができる磁気ヘッド及び磁気記録装置を実現することができ産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気ヘッドの構成を表す説明図である。すなわち、同図(a)は、ヘッドの構成を概念的に表す説明図であり、同図(b)及び(c)は、その具体例を表す説明図である。

【図2】垂直記録に用いる主磁極の発生磁界分布を簡略化して表した概念図である。

【図3】媒体を移動させる記録動作を概念的に表した説明図である。

【図4】本発明による磁気ヘッドによる発生磁界のうちで、記録層の位置における垂直方向成分の分布を電磁界解析によって計算した結果を表す概念図である。

【図5】本発明の薄膜単磁極型磁気ヘッドの製造手順を表す概略工程断面図である。

【図6】本発明の第2実施形態にかかる磁気ヘッドの主磁極12を例示する概略斜視図である。

【図7】本発明の第2実施形態にかかる磁気ヘッドの主磁極12と補助磁極13との配置関係を表す概略斜視図である。

【図8】本発明の第3実施形態にかかる磁気ヘッドの主磁極部を表す概念斜視図である。

【図9】本発明の第4実施形態にかかる複合磁気ヘッドの断面構造を表す概念図である。

【図10】本発明の磁気記録装置の概略構成を例示する要部斜視図である。

【図11】アクチュエータアーム155から先の磁気ヘッドアセンブリをディスク側から眺めた拡大斜視図である。

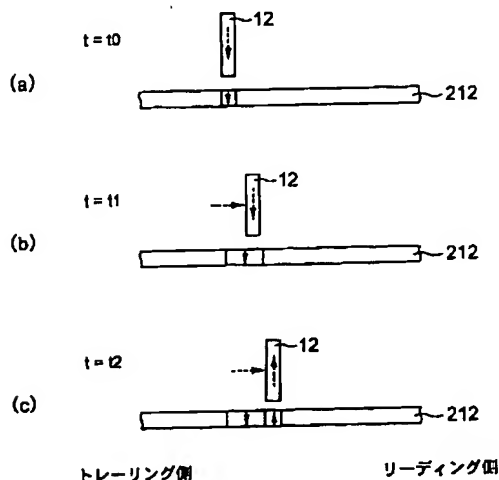
【図12】(a)は、浮上量が所定の正の値の場合のヘッドスライダ153と磁気ディスク200との関係を表す概念図であり、(b)は、「接触走行型」のヘッドスライダ153と磁気ディスク200との関係を表す概念図である。

【図13】従来の垂直記録用の磁気ヘッドの断面構造を表す概念図である。

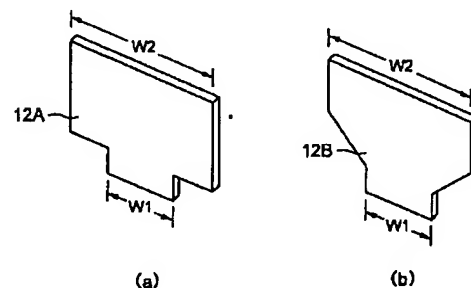
【符号の説明】

- 10 磁気ヘッド
- 10A～10C 磁気ヘッド
- 11 基板
- 12、12A～C 主磁極
- 13 補助磁極
- 14 磁気ヨーク
- 15 絶縁膜
- 16 絶縁膜
- 17 記録コイル
- 18 絶縁膜
- 31 磁気ギャップ
- 32 磁界検出素子
- 34 磁気シールド
- 150 磁気記録再生装置
- 152 スピンドル
- 153 ヘッドスライダ
- 154 サスペンション
- 155 アクチュエータアーム
- 156 ボイスコイルモータ
- 160 磁気ヘッドアセンブリ
- 200 垂直磁気記録ディスク
- 212 垂直記録層
- 213 軟磁性層

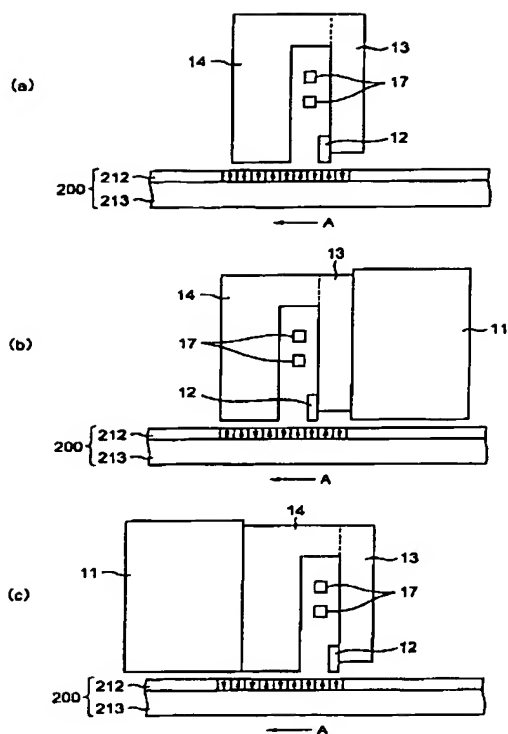
【図3】



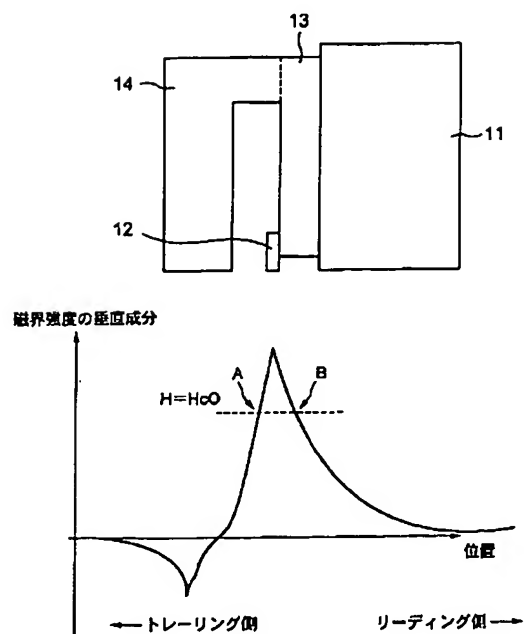
【図6】



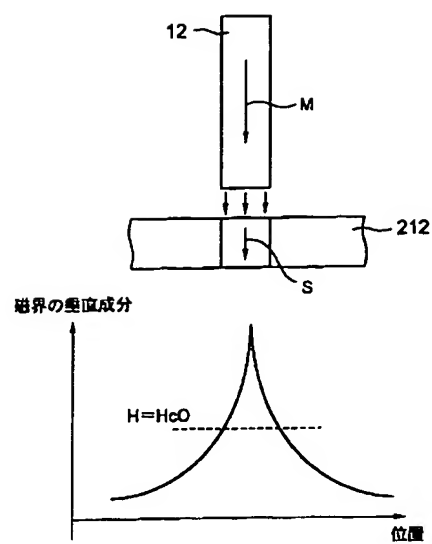
【図1】



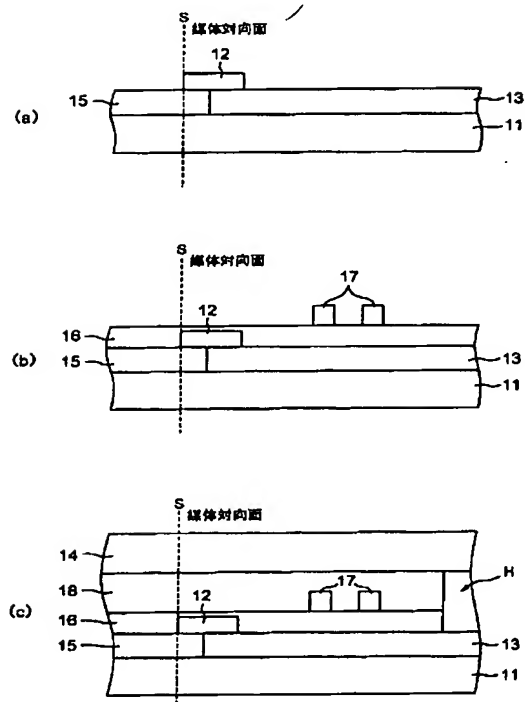
【図4】



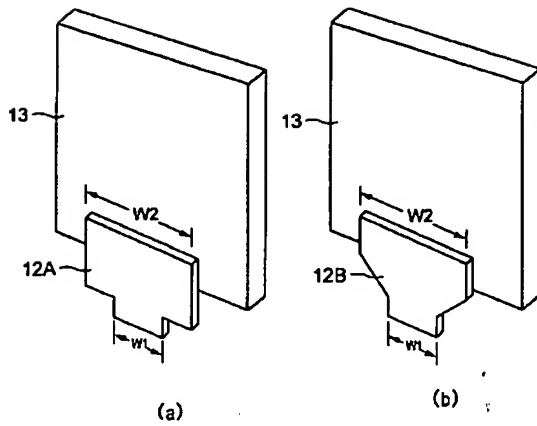
【図2】



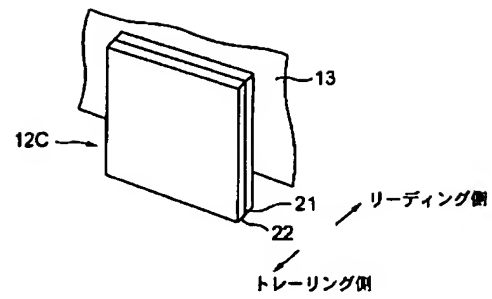
【図5】



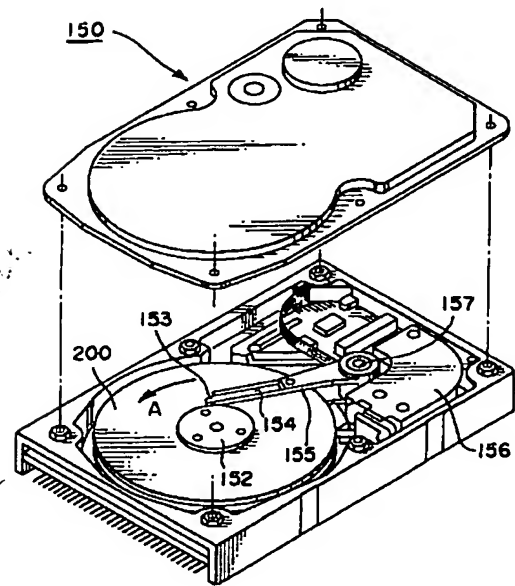
【図7】



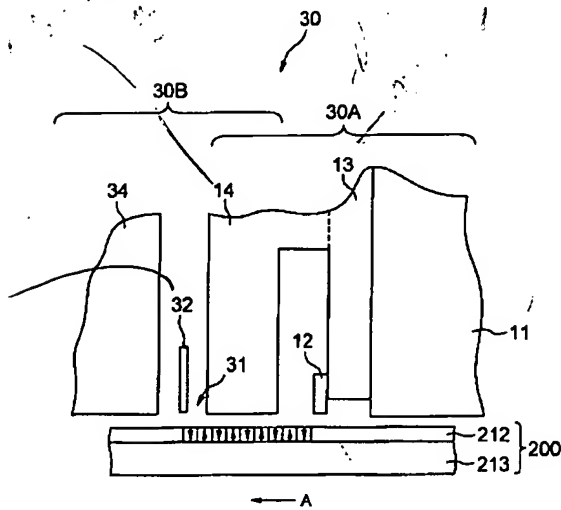
【図8】



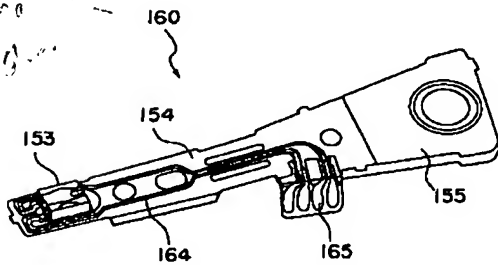
【図10】



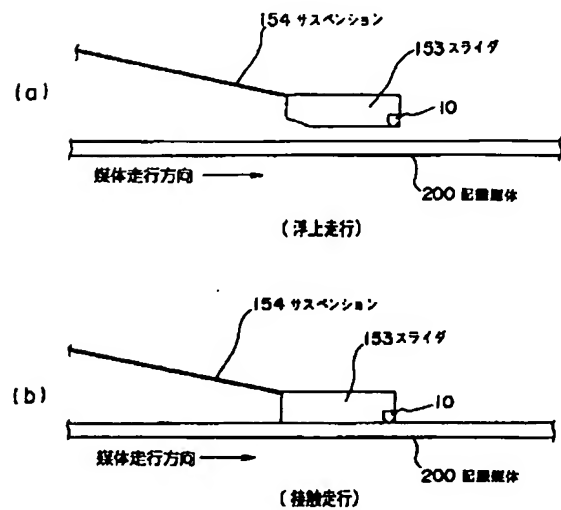
【図9】



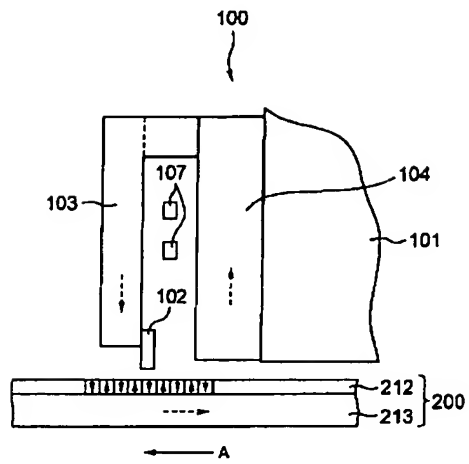
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 大日向 祐 介
東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会
社東芝青梅工場内

Fターム(参考) 5D033 AA01 BA12
5D093 AA03 AD01 AE05 BA01 BB01
BB04 BE05 JA08
5D111 AA08 BB01 BB02 BB04

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the compound-die thin film magnetic head constituted by carrying out a laminating to the thin film magnetic head and the magneto-resistive effect component for reading which are mainly used for a vertical magnetic recording.

[0002]

[Description of the Prior Art] Densification progresses quickly and, as for magnetic recorder and reproducing devices, such as a hard disk drive, the system more than 10Gbps(s) (a gigabit/(inch) ²) is being put in practical use for surface recording density. However, possibility that the data magnetically recorded as it is going to attain this recording density using the conventional recording method within a field (longitudinal recording method) disappear under the effect of heat and that the so-called thermal agitation problem will actualize is high. It is thought with this point that a vertical recording method is advantageous.

[0003] The resistance over the thermal agitation of a medium is proportional to the product of the magnetization energy K_u per unit volume, and the volume V of a particle. In order to lower the anti-field of the medium magnetized in order to raise track recording density in the recording method within a field, it is necessary to make thickness of a medium thin. Then, the volume V becomes small and thermal agitation resistance falls. Although K_u is raised in order to avoid this then, coercive force becomes large and record becomes difficult.

[0004] On the other hand, since the magnetization direction is the direction of thickness of a medium, it is not necessary to make thickness of a medium thin, and in the case of a vertical recording method, also by comparatively small K_u , thermal agitation resistance is good and tends to attain densification.

[0005] Drawing 13 is a conceptual diagram showing the cross-section structure of the magnetic head for the conventional vertical recording. That is, this drawing expresses the condition that the magnetic head 100 for record has been arranged on a medium 200.

[0006] In vertical magnetic recording, the medium of the two-layer structure which carried out the laminating of the vertical recording layer 212 and the soft magnetism layer 213 is used as a medium 200.

[0007] The magnetic head 100 for record has the configuration to which the laminating of magnetic York 104 and the auxiliary magnetic pole 103 was carried out on the substrate (slider) 101. Furthermore, the main pole 102 is projected and formed at the tip of the auxiliary magnetic pole 103. The record coil 107 is formed so that a ring-like magnetic circuit may be formed and it may **** with this magnetic circuit with the main pole 102, the auxiliary magnetic pole 103, magnetic York 104, and the soft magnetism film 213.

[0008] On the occasion of record, the magnetic head 100 and a medium 200 move relatively. In drawing 13, the arrow head A expressed the direction. And in the tip of the main pole 102, it is concentrated along a magnetic circuit, and the MAG generated by the record coil 107 writes predetermined magnetization information in the vertical recording layer 212.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Vertical magnetic recording is a method with which the use in high recording density is expected, and since it corresponds to this, from the magnetic head, properties, such as high-resolution-izing, narrow-track-izing, and efficient-izing, are demanded. However, the head structure for attaining high-resolution-ization in the single magnetic pole mold head used for a vertical magnetic recording until now is not found out.

[0010] this invention person came to do learning of the physical relationship of the main pole 102 and magnetic York 104 which write in magnetization information being very important for a medium 200, and the conventional magnetic head having a big problem at this point, as a result of performing examination original about the conventional magnetic

head which was illustrated to drawing 13 .

[0011] This invention is made based on recognition of this technical problem. That is, the purpose is in setting to the magnetic head for vertical magnetic recordings, and offering the new magnetic head and the new magnetic recording medium which can realize high-resolution-izing at the time of record, narrow-track-izing, and efficient-ization.

[0012]

[Means for Solving the Problem] the result of examination with the original this invention person -- record of a recording track longitudinal direction -- in order to raise resolution, learning of it being important making steep distribution of the magnetic field strength emitted from the magnetic head at a trailing side was carried out. that is, if the field gradient by the side of trailing is made steep, the transition region of a record bit will be reduced -- making -- record -- resolution can be raised.

[0013] That is, the magnetic head of this invention is the magnetic head which records magnetization information on a vertical-magnetic-recording medium, and is characterized by making the intensity distribution in said vertical-magnetic-recording medium side of the record field emitted in order to have the main pole which writes said magnetization information in said vertical-magnetic-recording medium and to write in said magnetization information steeper than the leading side in the relative migration direction with said vertical-magnetic-recording medium at a trailing side.

[0014] And it can have further the magnetic circuit formed of magnetic York magnetically combined with said main pole as a concrete configuration of the magnetic head which realizes such magnetic distribution, and said main pole and said magnetic York, and the record coil which ****, and said main pole can mention what was prepared in the leading side rather than said magnetic York in said relative migration direction with said vertical-magnetic-recording medium.

[0015] In the main pole being located in a leading side rather than magnetic York, the field gradient in the edge of magnetic York of the main pole becomes large, and high-resolution-ization [in / for the field gradient in the trailing edge which determines transition of a record bit / record] can be realized so much.

[0016] Moreover, as other concrete configurations, in view of said vertical recording medium, it can have further the auxiliary magnetic pole which it retreats, is prepared rather than said main pole, and is magnetically combined with said main pole, and said auxiliary magnetic pole can mention what was prepared in the leading side rather than said main pole in said relative migration direction with said vertical-magnetic-recording medium.

[0017] By arranging an auxiliary magnetic pole to a leading side rather than the main pole, the field gradient in the edge by the side of trailing of the main pole can be enlarged. Therefore, the field gradient in the trailing edge which determines transition of a record bit can be enlarged, and high-resolution-ization in record can be realized.

[0018] Furthermore, since magnetic flux can be completed as a point when the cross direction of a recording track is reduced if it narrows in the point which approached said vertical-magnetic-recording medium to said relative migration direction rather than it was able to set the width of face of said main pole in a perpendicular direction to a bond part with said auxiliary magnetic pole, track density can be raised, without lowering a record field consistency.

[0019] Moreover, said main pole can enlarge the thing constituted by the cascade screen which carried out the laminating of the two-layer thin film formed with a mutually different ingredient at least then record magnetic field strength, and a field gradient.

[0020] The soft magnetic characteristics of the Uechi layer with high saturation magnetization can be made to improve by using an ingredient with high soft magnetic characteristics for the substrate layer by the side of leading, and specifically using the ingredient of high saturation magnetization for the Uechi layer by the side of trailing, and since the layer of high saturation magnetization can be arranged into the part which is equivalent to coincidence at the trailing side of the main pole, record magnetic field strength and a field gradient can be enlarged.

[0021] Moreover, when using the layer of a magnetic material like a permalloy, and an insulating layer like SiOx as a cascade screen which constitutes the main pole, by considering as the multilayer structure to which the term laminating of the layer of a magnetic material and the insulating layer was carried out two or more rounds by turns, electric resistance can be made high, securing magnetic coupling with an auxiliary magnetic pole etc., and the effect of eddy current ***** in a RF can be reduced.

[0022] On the other hand, it can have further the field sensing element prepared in the trailing side rather than said magnetic York in said relative migration direction, and magnetic shielding prepared in the trailing side rather than said field sensing element in said relative migration direction, and detection of said magnetization information recorded on said vertical-magnetic-recording medium by said field sensing element being possible, then the compound magnetic head of record playback one apparatus can be realized.

[0023] Moreover, the magnetic recording medium of this invention is equipped with one magnetic head of this inventions mentioned above, is characterized by recording magnetization information to a vertical-magnetic-recording medium, and becomes the magnetic recording conventionally stabilized in high recording density, and reproducible.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing. [0025] Drawing 1 is an explanatory view showing the configuration of the magnetic head by this invention. That is, this drawing (a) is an explanatory view which expresses the configuration of a head notionally, and this drawing (b) and (c) are the explanatory views showing the example.

[0026] First, the conceptual diagram expressed to this drawing (a) expresses the condition that the magnetic head 10 of a "thin film single magnetic pole mold" has been arranged on a medium 200.

[0027] A medium 200 has the two-layer structure which carried out the laminating of the vertical recording layer 212 and the soft magnetism layer 213. And the auxiliary magnetic pole 13 and magnetic York 14 are combined magnetically, further, the main pole 12 projects the magnetic head 10 of this invention at the tip of the auxiliary magnetic pole 13, and it is prepared in it. That is, the magnetic circuit which consists of the main pole 12, the auxiliary magnetic pole 13, magnetic York 14, and a soft magnetism layer 213 is formed, and the record coil 17 is formed so that it may **** with this magnetic circuit. And in the tip of the main pole 12, it is concentrated along a magnetic circuit, and the MAG generated by the record coil 17 writes predetermined magnetization information in the vertical recording layer 212.

[0028] On the occasion of record, the magnetic head 10 and a medium 200 move relatively. In this drawing, the arrow head A expressed the relative migration direction of a medium. One description of the magnetic head of this invention is in the point that the main pole 12 which writes magnetization information in a medium is formed in a leading side (front side to the migration direction) to the migration direction, and magnetic York 14 is established in the trailing side (back side to the migration direction) to the migration direction. This reason is explained in full detail behind.

[0029] Drawing 1 (b) is a conceptual diagram showing the 1st example of the magnetic head of this invention. That is, each component of the magnetic head 10 which expressed to drawing 1 (a) is prepared on the substrate 11. However, in this example, the substrate 11 is formed in the leading side.

[0030] On the other hand, in the 2nd example expressed to drawing 1 (c), the substrate 11 is formed in the trailing side. However, the main pole 12 is formed in the travelling direction front, i.e., leading, side also in this case as compared with magnetic York 14.

[0031] this invention person -- vertical magnetic recording -- setting -- record of the longitudinal direction of a truck, i.e., the line record direction, -- as a result of examining uniquely the mechanism as which resolution is determined, it came to invent the new configuration illustrated to drawing 1. here -- first -- vertical magnetic recording -- setting -- record -- the mechanism as which resolution is determined is explained.

[0032] Drawing 2 is the conceptual diagram which simplified and expressed generating field distribution of the main pole used for vertical recording. That is, the main pole 12 is formed on the vertical recording layer 212 of a medium.

[0033] As expressed with the arrow head M from the main pole 12, a field is impressed, and magnetization information is recorded as magnetization of the vertical recording layer 212 having been reversed in the part beyond the medium holding power H_{c0} in a record frequency, and having expressed with the arrow head S.

[0034] Here, when only the main pole 12 is assumed without taking into consideration the effect by the auxiliary magnetic pole 13 and magnetic York 14 which were illustrated to drawing 1, if magnetic-field-strength distribution of the perpendicular direction component in the location of the vertical recording layer 212 is simplified and illustrated among the fields generated by the main pole 12, the graphical representation of the lower part of drawing 2 will be obtained. That is, the main pole 12 generates the field which has the intensity distribution of abbreviation bilateral symmetry to the medial axis.

[0035] However, these intensity distribution are the things at the time of approximating that the main pole 12 is a "single magnetic pole head." That is, in the case of the actual magnetic head, an auxiliary magnetic pole, magnetic York, etc. are established in the perimeter of the main pole 12. Therefore, magnetic-field-strength distribution changes according to the configuration and physical relationship of each of these elements.

[0036] On the other hand, the magnetic-field-strength distribution illustrated to drawing 2 expressed what was fixed to the main pole 12. That is, during actual record actuation, a record medium rotates and a head 12 and the vertical recording layer 212 perform relative motion.

[0037] Drawing 3 is the explanatory view which expressed actual record actuation notionally. First, as expressed to this drawing (a), record by the downward field is started in time of day $t=0$. And as expressed to this drawing (b), after recording to time-of-day $t=t_1$, as expressed to this drawing (c), a field is reversed in time-of-day $t=t_2$, and the case where upward record is performed is assumed.

[0038] It turns out that transition of the "record bit" formed in a recording layer 12 at this time is decided in the location which all serves as magnetic-field-strength $H=H_{c0}$ (medium coercive force) in the edge by the side of trailing of the main pole 12 (back side to a travelling direction). If the field where the this about zero $H=H_c$ field was added turns into a

"transition region" in magnetization transition and this "transition region" width of face becomes large, resolution will fall. that is,, so that an about zero $H=H_c$ field gradient (rate of change of a field) is large -- record -- resolution can be raised. therefore, the thing for which the field gradient by the side of trailing of the main pole 12 is enlarged -- record -- it becomes the conditions for improving resolution.

[0039] Next, when the effect by the auxiliary magnetic pole or magnetic York is taken into consideration, the field generated from the magnetic head is explained.

[0040] Drawing 4 is a conceptual diagram showing the result of having calculated distribution of the perpendicular direction component in the location of a recording layer in electromagnetic-field analysis among the generating fields of the magnetic head by this invention. The distribution is unsymmetrical, although it is near the core of the main pole 12 mostly about the peak of a generating field when the graphical representation of intensity distribution is seen. For example, when an about zero $H=H_c$ field gradient is observed, it turns out that the inclination of magnetic York 14 (part shown with Sign A in the graph) becomes steep greatly rather than the inclination by the side of a substrate 11 (part shown with Sign B in the graph). The reason a field gradient becomes loose at a substrate 11 side is that the auxiliary magnetic pole 13 which generates the field component of this direction is arranged at the substrate 11 side of the main pole 12. Moreover, the field component of an opposite direction is emitted from magnetic York 14, and the field of the main pole 12 attracts to this why a field gradient becomes steep at the magnetic York 14 side, and it is from *****.

[0041] One of the descriptions that the magnetic head of this invention is big is in the point which raises recording density by arranging this steep field gradient to a trailing side. That is, the magnetic head of this invention has a configuration whose magnetic-field-strength distribution to generate is steeper than the leading side in the relative migration direction with a vertical recording medium to a trailing side.

[0042] One of the examples which realizes such magnetic-field-strength distribution is the configuration illustrated to drawing 1 and drawing 4. That is, in the magnetic head illustrated to this drawing, the magnetic York 14 side is arranged for the main pole 12 by the leading side at the trailing side. thus, the field gradient by the side of trailing of the magnetic field strength which will be generated by the main pole 12 if it carries out -- large -- it can carry out -- high record -- resolution ---izing is realizable.

[0043] Furthermore, when the physical relationship of the main pole 12 and the auxiliary magnetic pole 13 is observed, as for the auxiliary magnetic pole 13, arranging to a leading side is more desirable than the main pole 12. It is because the main pole 12 and the field component of this direction are generated, so the auxiliary magnetic pole 13 tends to make the field gradient of the main pole 12 loose as this was mentioned above.

[0044] According to this invention, it is possible to raise sharply the track recording density of a recording track longitudinal direction as compared with the former.

[0045] Next, the production approach of the magnetic head by this invention is explained.

[0046] Drawing 5 is an outline process sectional view showing the manufacture procedure of the thin film single magnetic pole mold magnetic head of this invention.

[0047] First, as expressed to this drawing (a), the thin film layer used as the auxiliary magnetic pole 13 is formed on a substrate 11. Furthermore, by ion milling etc., patterning is carried out and the auxiliary magnetic pole 13 is formed so that it may retreat rather than the location used as the medium opposed face S (recess). And the insulating layers 15, such as SiO_x and AlO_x , are formed into the etched part, and flattening is performed so that a top face may be set to the same level as the auxiliary magnetic pole 13. Next, the main pole 12 projected to the medium opposed face S is formed by depositing and carrying out patterning of the thin film layer used as the main pole 12.

[0048] Next, as expressed to drawing 5 (b), an insulating layer 16 is formed and the record coil 17 is formed on it.

[0049] Next, as expressed to drawing 5 (c), membranes are formed and flattening of the insulating layers 18, such as SiO_x , is carried out. And after forming the opening H which results in the auxiliary magnetic pole 13, magnetic York 14 is formed. Here, as an ingredient of the insulating layer 18 which insulates a coil 17 and magnetic York 14, it is also possible to use the organic substance, such as an insulating resist.

[0050] According to the process which was explained above, the structure where the main pole 12 was formed in the substrate 11 side, and countered it and magnetic York 14 was formed can be formed. Furthermore, the main pole 12 can be made to be able to project to the medium opposed face S, and patterning of the auxiliary magnetic pole 13 and magnetic York 14 can be carried out so that it may retreat from the medium opposed face S (recess). By retreating magnetic York 14, the field of the main pole 12 generated from magnetic York 14 and the opposite sense can be weakened, and turbulence of a record condition can be prevented.

[0051] As explained above, the track recording density of the direction of a recording track is improvable by considering arrangement relation between the main pole 12 and other components as peculiar relation to the migration direction of a head.

[0052] (Gestalt of the 2nd operation) Next, by improving the flat-surface configuration of the main pole 12 explains the recording head which can raise a recording track consistency further as a gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[0053] Drawing 6 is an outline perspective view which illustrates the main pole 12 of the magnetic head concerning this operation gestalt. In this drawing (a) and (b), a lower part corresponds to a medium opposed face. Also in any of the main poles 12A and 12B, the configuration where the width of face w2 of the opposite side is wide is given to the width of face w1 by the side of a point, i.e., a medium opposed face. In the process expressed to drawing 5 (a), the main poles 12A and 12B of such a configuration only change the mask shape at the time of performing patterning of the main pole, and can produce it similarly. Although the width of face w1 by the side of a medium opposed face cannot widen this at the time of a narrow track since it determines the width of recording track recorded on a medium, in order to raise record magnetic field strength and a field gradient, it needs to saturate the point of the main pole 12 enough. Therefore, it becomes possible by preparing the part of back large width of face like width of face w2 to bring magnetic flux to a tip, without making it saturated behind.

[0054] Drawing 7 is an outline perspective view showing the arrangement relation of the main pole 12 of the magnetic head and the auxiliary magnetic pole 13 concerning this operation gestalt. That is, this drawing expresses the condition of having joined the main pole 12 with which it expressed to drawing 6 (a) and (b) to the auxiliary magnetic pole 13, respectively. Since the main pole 12 is joined to the auxiliary magnetic pole 13 in the broad part of width of face w2, to concentration of the magnetic flux near [this] the joint, magnetic saturation can be avoided and much magnetic flux can be supplied by the tip of the main pole 12.

[0055] (Gestalt of the 3rd operation) Next, by improving the cross-section structure of the main pole 12 explains the recording head which can raise track recording density further as a gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[0056] Drawing 8 is a conceptual perspective view showing the main pole section of the magnetic head concerning this operation gestalt. That is, main pole 12C is prepared on the auxiliary magnetic pole 13. And main pole 12C has a laminated structure with the Uechi layer 22 which consists of a high ingredient of the substrate layer 21 which consists of an ingredient with high soft magnetic characteristics, and saturation magnetization. As an ingredient of the substrate layer 21, CoFeRE (alloy of cobalt, iron, and rare earth elements) can be used, for example. Moreover, as an ingredient of the Uechi layer 22, a permalloy can be used, for example.

[0057] Thus, the soft magnetic characteristics of the Uechi layer 22 with high saturation magnetization can be made to improve by using an ingredient with high soft magnetic characteristics for the substrate layer 21, and using the ingredient of high saturation magnetization for the Uechi layer 22. Since the layer 22 of high saturation magnetization can be arranged into the part which is equivalent to coincidence at the trailing side of the main pole 12, record magnetic field strength and a field gradient can be enlarged.

[0058] It is also possible to, combine an insulating layer like SiOx and the layer of a magnetic material like a permalloy on the other hand as a cascade screen which constitutes the main pole. in this case -- for example, electric resistance can be enlarged by considering as the multilayers which carried out the laminating of an insulating layer and the layer of a magnetic material by turns, securing magnetic coupling with an auxiliary magnetic pole. By enlarging electric resistance, the effect of eddy current ***** in a RF can be reduced. Such a laminated structure can be formed by making thickness of for example, each thin film layer into about several nanometers, and carrying out the laminating of several layers thru/or about several ten layers by turns.

[0059] In addition, in drawing 8, although the case where the flat-surface configuration of the main pole 12 was an abbreviation rectangle was illustrated, as this invention was not limited to this, for example, being illustrated to drawing 6 thru/or drawing 7 as the 2nd operation gestalt of this invention, it cannot be overemphasized that a configuration to which width of face becomes narrow in a tip may be given.

[0060] (Gestalt of the 4th operation) Next, the example which combined the magnetic head for record of this invention with the magnetic head for playback is explained as a gestalt of operation of the 4th of this invention.

[0061] Drawing 9 is a conceptual diagram showing the cross-section structure of the compound magnetic head concerning this operation gestalt. The same sign is given to the same part as what was mentioned above about drawing 1 R> 1 - drawing 8 about this drawing, and detailed explanation is omitted.

[0062] The compound magnetic head 30 of this operation gestalt has Records Department 30A corresponding to the magnetic head for record mentioned above about the 1st operation gestalt, and playback section 30B which reads the magnetization information recorded on the medium. Records Department 30A and playback section 30B are sharing magnetic York 14. And in playback section 30B, the field sensing element 32 is formed through the predetermined magnetic gap 31 from magnetic York 14, it stands in a row in this further, and magnetic shielding 34 is formed. The field sensing element 32 detects the magnetization information currently held at the vertical recording layer 212, and changes

and outputs it to an electrical signal etc. As the example, if magneto-resistive effect components, such as a GMR (giant magnetoresistive) component and a TMR (tunneling magnetoresistive) component, are used, playback of high sensitivity is realizable, for example. Magnetic shielding 34 has the operation which raises re-biodegradation ability by absorbing the leakage field from the perimeter of the record bit which should reproduce the medium which is not illustrated.

[0063] In this operation gestalt, magnetic York 14 also acts as magnetic shielding of playback section 30B. That is, with magnetic York 14 and magnetic shielding 34, the both sides of the direction of a truck are shielded and the field sensing element 32 can make high re-biodegradation ability of a truck longitudinal direction.

[0064] What is necessary is just to form the field sensing element 32 and magnetic shielding 34 through a magnetic gap 31 following on the formation process mentioned above about drawing 5 (a) - (c) on magnetic York 14, in order to form the compound magnetic head which was illustrated to drawing 9.

[0065] According to the configuration of this operation gestalt, the upper part of Records Department 30A serves as broad magnetic York 14, it can serve as this with lower shielding of playback section 30B, and manufacture also becomes easy while a configuration is simplified. Moreover, in order to produce playback section 30B later, even if it uses the ingredient which needs heat treatment temperature high for the main pole 12, it becomes possible not to affect each element of playback section 30B, such as the field sensing element 32, and to expand the width of face of ingredient selection.

[0066] (Gestalt of the 5th operation) Next, the magnetic recording medium of this invention is explained as a gestalt of operation of the 5th of this invention. The magnetic head of this invention explained about the 1st thru/or the 4th operation gestalt is included in the magnetic-head assembly of for example, record playback one apparatus, and can be carried in a magnetic recording medium.

[0067] Drawing 10 is an important section perspective view which illustrates the outline configuration of such a magnetic recording medium. That is, the magnetic recorder and reproducing device 150 of this invention is equipment of the format which used the rotary actuator. In this drawing, a spindle 152 is equipped with the magnetic disk 200 for vertical recording, and it rotates in the direction of an arrow head A by the motor which answers a control signal from the driving gear control section which is not illustrated and which is not illustrated. The head slider 153 which performs record playback of the information stored in a magnetic disk 200 is attached at the tip of the thin film-like suspension 154. Here, the head slider 153 carries the magnetic head which starts the gestalt of one of operations mentioned above, for example near [the] a tip.

[0068] Rotation of a magnetic disk 200 holds the medium opposed face (ABS) of the head slider 153 with the predetermined flying height from the front face of a magnetic disk 200.

[0069] The suspension 154 is connected to the end of the actuator arm 155 which has the bobbin section holding the drive coil which is not illustrated etc. The voice coil motor 156 which is a kind of a linear motor is formed in the other end of an actuator arm 155. A voice coil motor 156 consists of a drive coil which was able to be wound up in the bobbin section of an actuator arm 155 and which is not illustrated, and a magnetic circuit which consists of a permanent magnet countered and arranged so that this coil may be put, and opposite York.

[0070] An actuator arm 155 is held by the ball bearing which was prepared in two upper and lower sides of the fixed shaft 157 and which is not illustrated, and has come to be able to perform rotation sliding free with a voice coil motor 156.

[0071] Drawing 11 is the expansion perspective view which looked at the magnetic-head assembly of an actuator arm 155 to the point from the disk side. That is, the magnetic-head assembly 160 has the actuator arm 151 which has the bobbin section holding a drive coil etc., and the suspension 154 is connected to the end of an actuator arm 155.

[0072] The head slider 153 possessing the object for record or the magnetic head for playback of an operation gestalt mentioned above is attached at the tip of a suspension 154. A suspension 154 has the writing of a signal, and the lead wire 164 for reading, and this lead wire 164 and each electrode of the magnetic head included in the head slider 153 are connected electrically. 165 in drawing is the electrode pad of the magnetic-head assembly 160.

[0073] Here, the predetermined flying height is set up between the medium opposed face (ABS) of the head slider 153, and the front face of a magnetic disk 200.

[0074] Drawing 12 (a) is a conceptual diagram showing the relation between the head slider 153 in case the flying height is a forward predetermined value, and a magnetic disk 200. As illustrated to this drawing, in many magnetic recording media, the slider 153 which carried the magnetic head 10 usually operates, after only a predetermined distance has surfaced from the front face of a magnetic disk 200. In this invention, record and reading of the low noise in high sensitivity can be performed rather than before also in the magnetic recording medium of such a "surfacing transit mold." That is, by adopting the magnetic head concerning the 1st and 3rd operation gestalt, the main pole can be arranged to a leading side as compared with magnetic York, and track recording density can be raised. Moreover, the description of

the magnetic head concerning the 2nd operation gestalt is adopted, and the width of recording track can be reduced and track density can improve.

[0075] As the result, a signal can be recorded on a magnetic disk 200 in high density, high sensitivity, and a low noise, and signal magnetic flux can also be reproduced. That is, densification, high power, and high sensitivity-ization are realized, and recording density can be made high, controlling a heat disturbance.

[0076] On the other hand, if recording density goes up further, the need of reducing surfacing quantity, making it gliding through the place more near a magnetic disk 200, and reading information will arise. In order [1 inch] to obtain the recording density of 30G (G) bit extent per square, the spacing loss by making it surfacing becomes large too much, and it becomes impossible for example, to also already disregard the problem of crash of the head 10 and magnetic disk 200 by super-low surfacing.

[0077] Therefore, the method which contacts the magnetic head 10 and a magnetic disk 200 positively conversely, and makes it run a magnetic disk is also considered.

[0078] Drawing 12 (b) is a conceptual diagram showing the relation between the head slider 153 of such a "contact transit mold", and a magnetic disk 200. Also in the magnetic head of this invention, carrying in the slider of a "contact transit mold" is possible by preparing DLC (Diamond-Like-Carbon) lubricating film etc. in the contact surface with a medium. Therefore, also in the magnetic recorder and reproducing device of a "contact transit mold" which was illustrated to drawing 12 (b), by arranging the main pole to a leading side as compared with magnetic York, further, it can be stabilized and record playback of high density can be performed now rather than before.

[0079] In the above, the gestalt of operation of this invention was explained, referring to an example. However, this invention is not limited to these examples. For example, the same effectiveness can be done so about an ingredient, a configuration, etc. of each element which constitute the magnetic head, using similarly all the range that this contractor can choose.

[0080] Moreover, it is possible only for record not to only be reproduced, and for a medium not to be limited to a hard disk about a magnetic recorder and reproducing device, and to use all magnetic-recording media, such as a flexible disk and a magnetic card. Furthermore, you may be equipment of the so-called "removable" format which carried out dismountable [of the magnetic-recording medium] from equipment.

[0081]

[Effect of the Invention] This invention does so the effectiveness of carrying out with the gestalt explained above and explaining below.

[0082] first, according to this invention, the transition region of a record bit is reduced by making steeper than a leading side the intensity distribution of the field emitted in order to write in magnetization information at a trailing side -- making -- record -- resolution can be improved. High recording density-ization can be attained controlling the problem of a heat disturbance as the result.

[0083] Furthermore, according to this invention, by making physical relationship of the main pole and magnetic York, or physical relationship of the main pole and an auxiliary magnetic pole into a specific thing, magnetic-field-strength distribution which was mentioned above can be realized easily, and recording density can be raised.

[0084] Moreover, according to this invention, by narrowing width of face of the main pole in a point, the cross direction of a recording track can be reduced and track density can be raised.

[0085] Furthermore, according to this invention, by constituting the main pole by the cascade screen, record magnetic field strength and a field gradient can be enlarged, the soft magnetic characteristics of the Uechi layer with high saturation magnetization can be made to be able to improve, and the effect of eddy current ***** in a RF can also be reduced.

[0086] Furthermore, according to this invention, the compound magnetic head of record playback one apparatus is realizable only by adding a field sensing element and magnetic shielding.

[0087] according to [as explained above] this invention -- record of a recording track longitudinal direction -- while raising resolution, the magnetic head and the magnetic recording medium which the consistency of the recording track cross direction can also raise can be realized, and the merit on industry is great.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an explanatory view showing the configuration of the magnetic head by this invention. That is, this drawing (a) is an explanatory view which expresses the configuration of a head notionally, and this drawing (b) and (c) are the explanatory views showing the example.

[Drawing 2] It is the conceptual diagram which simplified and expressed generating field distribution of the main pole used for vertical recording.

[Drawing 3] It is the explanatory view which expressed notionally the record actuation to which a medium is moved.

[Drawing 4] It is a conceptual diagram showing the result of having calculated distribution of the perpendicular direction component in the location of a recording layer in electromagnetic-field analysis among the generating fields by the magnetic head by this invention.

[Drawing 5] It is an outline process sectional view showing the manufacture procedure of the thin film single magnetic pole mold magnetic head of this invention.

[Drawing 6] It is the outline perspective view which illustrates the main pole 12 of the magnetic head concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] It is an outline perspective view showing the arrangement relation of the main pole 12 of the magnetic head and the auxiliary magnetic pole 13 concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is a conceptual perspective view showing the main pole section of the magnetic head concerning the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] It is a conceptual diagram showing the cross-section structure of the compound magnetic head concerning the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 10] It is the important section perspective view which illustrates the outline configuration of the magnetic recording medium of this invention.

[Drawing 11] It is the expansion perspective view which looked at the magnetic-head assembly of an actuator arm 155 to the point from the disk side.

[Drawing 12] (a) is a conceptual diagram showing the relation between the head slider 153 in case the flying height is a forward predetermined value, and a magnetic disk 200, and (b) is a conceptual diagram showing the relation between the head slider 153 of a "contact transit mold", and a magnetic disk 200.

[Drawing 13] It is a conceptual diagram showing the cross-section structure of the magnetic head for the conventional vertical recording.

[Description of Notations]

10 Magnetic Head

10A-10C Magnetic head

11 Substrate

12, 12 A-C Main pole

13 Auxiliary Magnetic Pole

14 Magnetic York

15 Insulator Layer

16 Insulator Layer

17 Record Coil

18 Insulator Layer

31 Magnetic Gap

32 Field Sensing Element

34 Magnetic Shielding
150 Magnetic Recorder and Reproducing Device
152 Spindle
153 Head Slider
154 Suspension
155 Actuator Arm
156 Voice Coil Motor
160 Magnetic-Head Assembly
200 Vertical-Magnetic-Recording Disk
212 Vertical Recording Layer
213 Soft Magnetism Layer

[Translation done.]